

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-343706

(P2001-343706A)

(43)公開日 平成13年12月14日(2001.12.14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 3 B 21/14		G 0 3 B 21/14	A 2 H 0 8 8
G 0 2 B 27/28		G 0 2 B 27/28	Z 2 H 0 9 1
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	E 2 H 0 9 9
G 0 9 F 9/00	3 6 0	G 0 9 F 9/00	3 6 0 Z 5 C 0 6 0
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	L 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-163345(P2000-163345)

(22)出願日 平成12年5月31日(2000.5.31)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 菅野 靖之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74)代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

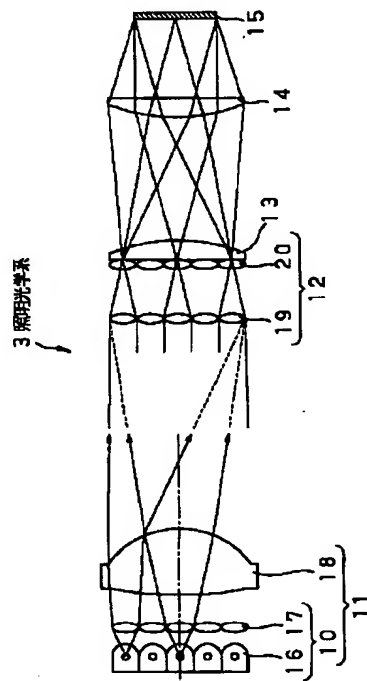
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 映像表示装置

(57)【要約】

【課題】 複数の光源からの出射光を均一に且つ効率的にライトバルブに入射させる。

【解決手段】 光源ユニット11として、光源としての発光ダイオード16と結合レンズ17とからなる光源部10を複数配設する。これら各光源部10から出射した光をコンデンサレンズ18及びインテグレータ12を介してライトバルブ15に入射させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体発光素子又は白色光ランプからなる光源と、この光源から出射された光を略平行光とする結合光学素子とからなる光源部を複数備え、上記結合光学素子を透過した各光源部からの光を照明系全体の光軸上で所定の焦点位置に集光して出射する光源ユニットと、

上記光源ユニットの焦点位置に配設され、当該光源ユニットから出射した光の面内光強度分布を均一化するインテグレータと、

上記インテグレータにより面内光強度分布が均一化された光が照射される略長形状のライトバルブとを備えていることを特徴とする映像表示装置。

【請求項 2】 上記光源ユニットは、コンデンサレンズを備え、上記複数の光源部は、上記光源ユニット内で平面状に配設されており、

上記各光源部からの光は、上記コンデンサレンズによって所定の焦点位置に集光されることを特徴とする請求項 1 記載の映像表示装置。

$$S \leq (L_1 \times \theta_1 / NA_c) \times (L_2 \times \theta_2 / NA_c) \quad \cdots (式 2)$$

【請求項 5】 上記複数の光源部は、上記焦点位置を中心とする半球上に配設されており、

これにより、上記複数の光源部からの光が上記焦点位置に集光されることを特徴とする請求項 1 記載の映像表示装置。

【請求項 6】 上記光源部から上記焦点位置までの距離を L とし、上記照明系全体の光軸から上記各光源部の光軸までの最大距離を H としたときに、

上記光源ユニットは、以下の式 3 に示す関係を満足して設計されていることを特徴とする請求項 4 記載の映像表示装置。

【数 3】

$$|H/L| < 0.27 \quad \cdots (式 3) \quad *$$

$$S \leq (L_1 \times \theta_1 \times L/H) \times (L_2 \times \theta_2 \times L/H) \quad \cdots (式 4)$$

【請求項 8】 上記光源は、発光ダイオード又はレーザダイオードからなることを特徴とする請求項 1 記載の映像表示装置。

【請求項 9】 上記光源ユニットは、上記光源から出射される光を一方向に反射する反射鏡を備えていることを特徴とする請求項 1 記載の映像表示装置。

【請求項 10】 上記光源ユニットにおける上記複数の光源部からなる発光領域は、上記ライトバルブの平面形状と略相似する形状とされていることを特徴とする請求項 1 記載の映像表示装置。

【請求項 11】 上記光源ユニットと上記インテグレータとの間、上記インテグレータの内部、又は上記インテグレータと上記ライトバルブとの間のうちの少なくともいずれかの位置に、偏光変換素子を備えていることを特徴とする請求項 1 記載の映像表示装置。

*【請求項 3】 上記コンデンサレンズの焦点距離を L とし、上記照明系全体の光軸から上記各光源部の光軸までの最大距離を H としたときに、

上記光源ユニットは、以下の式 1 に示す関係を満足して設計されていることを特徴とする請求項 2 記載の映像表示装置。

【数 1】

$$|H/L| < 0.27 \quad \cdots (式 1)$$

10 【請求項 4】 上記ライトバルブに照射される光が上記照明系全体の光軸となす角度における当該ライトバルブの短辺方向の最大値を θ_1 、長辺方向の最大値を θ_2 とし、上記ライトバルブの短辺方向の長さを L_1 、長辺方向の長さを L_2 とし、上記コンデンサレンズの実効開口数を NA_c としたときに、

上記光源ユニットは、上記複数の光源部からなる発光領域の面積 S が以下の式 2 に示す関係を満足するように設計されていることを特徴とする請求項 2 記載の映像表示装置。

*20 【数 2】

$$S \leq (L_1 \times \theta_1 / NA_c) \times (L_2 \times \theta_2 / NA_c) \quad \cdots (式 2)$$

*【請求項 7】 上記ライトバルブに照射される光が上記照明系全体の光軸となす角度における当該ライトバルブの短辺方向の最大値を θ_1 、長辺方向の最大値を θ_2 とし、上記ライトバルブの短辺方向の長さを L_1 、長辺方向の長さを L_2 とするとともに、

上記光源部から上記焦点位置までの距離を L とし、上記照明系全体の光軸から上記各光源部の光軸までの最大距離を H としたときに、

30 上記光源ユニットは、上記複数の光源部からなる発光領域の面積 S が以下の式 4 に示す関係を満足するように設計されていることを特徴とする請求項 5 記載の映像表示装置。

【数 4】

$$S \leq (L_1 \times \theta_1 \times L/H) \times (L_2 \times \theta_2 \times L/H) \quad \cdots (式 4)$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高い色再現能力を有し、静止画像又は動画像を投射するための映像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、光源から出射される光を用いることにより静止画像又は動画像をスクリーン上に投射して表示する、いわゆる投射型の映像表示装置が実用化されている。

【0003】従来から広く用いられている投射型の映像表示装置は、図 13 に示すように、回転放物面形状の反射面を有する反射板 100 と、反射板 100 の焦点位置に配設された光源 101 と、インテグレータ 102 と、赤色分離ミラー 103R と、緑色分離ミラー 103G

と、反射ミラー103Bと、立方体形状の色合成プリズム104とを備えている。

【0004】映像表示装置は、赤色分離ミラー103Rによって反射された赤色光を、色合成プリズム104における所定の面104Rに入射させる反射ミラー105Rと、青色分離ミラー103Bによって反射された青色光を、色合成プリズム104における面104Rと平行な他の面104Bに入射させる反射ミラー105Bとを備えている。また、色合成プリズム104は、緑色分離ミラー103Gによって反射された緑色光が、色合成プリズム104における面104R及び面104Bと直交する面104Gに入射されるように配設されている。さらに、緑色分離ミラー103Gと反射ミラー103Bとの間、及び反射ミラー103Bと反射ミラー105Bとの間には、それぞれ光路長調整用レンズ106、107が配設されている。

【0005】映像表示装置は、さらに、反射ミラー105Rと合成プリズムの面104Rとの間に配設された赤色用ライトバルブ108Rと、反射ミラー105Rと赤色用ライトバルブ108Rとの間に配設された赤色用レンズ109Rと、緑色分離ミラー103Gと色合成プリズム104の面104Gとの間に配設された緑色用ライトバルブ108Gと、緑色分離ミラー103Gと緑色用ライトバルブ108Gとの間に配設された緑色用レンズ109Gと、反射ミラー105Bと色合成プリズム104の面104Bとの間に配設された青色用ライトバルブ108Bと、反射ミラー105Bと青色用ライトバルブ108Bとの間に配設された青色用レンズ109Bとを備えている。

【0006】また、映像表示装置は、色合成プリズム104における面104Gと平行な面に対向するように配設されたプロジェクタレンズ110を備えている。

【0007】以上のように構成された従来の映像表示装置では、光源101として、キセノンランプ又はメタルハライドランプ等の白色光ランプが用いられている。光源101から出射された光は、反射板100によって反射され、さらに、図示しないカットフィルタによって紫外線及び赤外線が取り除かれ、インテグレート102を介して赤色分離ミラー103Rに入射する。赤色分離ミラー103Rに入射した光のうちの赤色の光は、この赤色分離ミラー103R及び反射ミラー105Rで反射され、赤色用レンズ109R及び赤色用ライトバルブ108Rを透過して色合成プリズム104に入射される。赤色分離ミラー103Rに入射した光のうちの赤色以外の色は、赤色分離ミラー103Rを透過して、緑色分離ミラー103Gに入射される。

【0008】緑色分離ミラー103Gに入射した光のうちの緑色の光は、緑色分離ミラー103Gで反射され、緑色用レンズ109及び緑色用ライトバルブ108Gを介して色合成プリズム104に入射される。緑色分離ミ

ラー103Gに入射した光のうちの緑色以外の色は、緑色分離ミラー103Gを透過して、光路長調整用レンズ106を介して反射ミラー103Bに入射される。

【0009】反射ミラー103Bに入射した光、すなわち青色の光は、反射ミラー103Bで反射され、光路長調整用レンズ107を透過して、さらに反射ミラー105Bで反射された後に、青色用レンズ109B及び青色用ライトバルブ108Bを介して色合成プリズム104に入射される。

【0010】色合成プリズム104に入射した各色の光は、色合成プリズム104によって色合成され、プロジェクタレンズ110を介して透過型又は反射型のスクリーンに投影される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来の映像表示装置では、1種類の光源101により単独で用いられているために、この光源101から出射される光に含まれる波長に偏りがみられ、色分離ミラー103R、103G、及び反射ミラー103Bで分離された3原色の光量比をバランスよく得ることが困難であり、色の再現性を向上させることが困難であった。また、従来の映像表示装置で用いられている白色光ランプは、輝度調整を高精度に図ることが困難であるとともに、一定の輝度で点灯していることから、赤色、緑色、青色の各色を独立して輝度調整することが困難であるといった問題があった。

【0012】また、従来の映像表示装置においては、光源101として用いられている白色光ランプから出射される光束の断面形状が円形である。一方、光が照射されるライトバルブ108R、108G、108Bは、通常、長方形形状である。したがって、ライトバルブ108R、108G、108Bに均一に光を入射させるためには、各ライトバルブに入射される光束の直径を、各ライトバルブの対角線の長さよりも大きくしていた。このため、光源101から出射された光の照射効率が低いという問題があった。

【0013】そこで、光源に複数種のランプを用いたり、3原色のそれぞれに発光ダイオードやレーザダイオード等の半導体発光素子を複数用いた映像表示装置が提案されている。

【0014】図14に、CRT (Cathode-Ray Tube) の蛍光体、発光ダイオードを用いた映像表示装置、及びNTSC (National Television System Committee) 方式による色再現範囲を表したXY色度図を示す。発光ダイオードを光源として用いた場合、その色再現範囲は、CRTの蛍光体や、NTSC方式による色再現範囲に比べて広いことが分かる。

【0015】しかしながら、複数の光源により出射された光には、光線に角度がつくために、光軸外からの軸外光が生じる。光源から出射された光に軸外光が生じてい

10

20

30

40

50

ると、ライトバルブへ光を均一に照射することが困難であるとともに、ライトバルブの外側にも照射されてしまうことから光の照射効率も低くなってしまうという問題があった。

【0016】本発明は、上述した従来の実情に鑑みて提案されたものであり、複数種の白色光ランプ、又は色純度の良好な半導体発光素子を複数用いる場合に、光源からの出射光をライトバルブに対して均一に入射させることが可能であるとともに、光源からの出射光を効率的にライトバルブに入射されることが可能な映像表示装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明に係る映像表示装置は、光源ユニットと、インテグレータと、ライトバルブとを備える。光源ユニットは、半導体発光素子又は白色光ランプからなる光源と、この光源から出射された光を略平行光とする結合光学素子とからなる光源部を複数備え、上記結合光学素子を透過した各光源部からの光を照明系全体の光軸上で所定の焦点位置に集光して出射する。インテグレータは、上記光源ユニットの焦点位置に配設され、当該光源ユニットから出射した光の面内光強度分布を均一化する。ライトバルブは、略長方形形状とされ、上記インテグレータにより面内光強度分布が均一化された光が照射される。

【0018】以上のように構成された本発明に係る映像表示装置は、複数の光源部から出射した光を集光してライトバルブに入射していることから、必要に応じて光源部の数を増やして光量の増大を図ることが容易である。また、複数の光源部からの光が照明系全体の光軸上で所定の焦点位置に集光され、この焦点位置にインテグレータが配設されていることにより、ライトバルブへ光を均一に照射することが可能であるとともに、光源部からの出射光を効率的にライトバルブに入射することが可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下では、本発明を適用した映像表示装置の一構成例として、図1に示すような映像表示装置1について説明する。

【0020】映像表示装置1は、図1に示すように、立方体形状のダイクロイックプリズム2と、このダイクロイックプリズム2の一つの面2Gに対向するように配設された緑色用照明光学系3Gと、ダイクロイックプリズム2における面2Gと直交する他の面2Rに対向するように配設された赤色用照明光学系3Rと、ダイクロイックプリズム2における面2Rと平行な他の面2Bに対向するように配設された青色用照明光学系3Bとを備えている。

【0021】また、映像表示装置1は、ダイクロイックプリズム2における面2Gと平行な面に対向するように

配設されてなるプロジェクタレンズ4を備えている。プロジェクタレンズ4は、後述するように、各照明光学系3G、3R、3Bから出射された光がダイクロイックプリズム2により色合成され、この色合成された光が入射されて、図示しない透過型又は反射型のスクリーン上に静止画像又は動画像などの映像を投影する機能を有している。なお、プロジェクタレンズ4は、従来から広く用いられている他の映像表示装置と同様の構成とすればよい。以下での詳細な説明を省略する。

【0022】映像表示装置1は、以上のように構成されており、赤色、緑色、青色の各色の光が、それぞれ、赤色用照明光学系3R、緑色用照明光学系3G、青色用照明光学系3Bにより出射されるとともに、それぞれ独立してダイクロイックプリズム2に入射される。そして、これら各色の光は、ダイクロイックプリズム2によって色合成された後に、プロジェクタレンズ4に入射される。映像表示装置1においては、このように、各色の光が独立した照明光学系により出射されていることから、各色の色再現性や輝度を独立して高精度に調整することが可能とされている。

【0023】つぎに、以下では、上述した赤色用照明光学系3R、緑色用照明光学系3G、青色用照明光学系3Bについて、詳細に説明する。なお、これら赤色用照明光学系3R、緑色用照明光学系3G、青色用照明光学系3Bは、それぞれ略々同等の構成として差し支えないため、以下では代表して、照明光学系3として説明する。

【0024】照明光学系3は、図2に示すように、複数の光源部10を備え、各光源部10からの光を照明系全体の光軸上で所定の位置に集光する光源ユニット11と、この光源ユニット11の焦点位置に配設されたインテグレータ12と、第1のコンデンサレンズ13と、第2のコンデンサレンズ14と、ライトバルブ15とを備えている。そして、照明光学系3は、ライトバルブ15が映像表示装置1のダイクロイックプリズム2に対向する位置となるように配設される。

【0025】光源部10は、光源としての発光ダイオード16と、この発光ダイオード16から出射された光を略平行光とする結合レンズ17とにより構成されている。光源ユニット11においては、発光ダイオード16及び結合レンズ17により構成される光源部10が、平面状に複数配設されている。また、光源ユニット11は、各光源部10からの光を照明系全体の光軸上で所定の位置に集光するコンデンサレンズ18を備えている。

【0026】インテグレータ12は、光源ユニット11におけるコンデンサレンズ18の焦点位置に配設されており、この光源ユニット11から出射した光の面内光強度分布均一化する機能を有している。また、インテグレータ12は、第1のフライアイレンズ19及び第2のフライアイレンズ20により構成されている。第1のフ

イアイレンズ 19 及び第 2 のフライアイレンズ 20 は、互いに共役な位置に配設され、テレセントリック光学系を構成している。

【0027】第 1 のコンデンサレンズ 13 及び第 2 のコンデンサレンズ 14 は、インテグレータ 12 を透過した光を集束して、ライトバルブ 15 に入射する機能を有している。

【0028】照明光学系 3 において、発光ダイオード 16 から出射された光は、結合レンズ 17 によって略平行光とされる。発光ダイオード 16 は、面光源であるため、光軸外からの軸外光が生じている。結合レンズ 17 を透過した光は、コンデンサレンズ 18 により屈折し、インテグレータ 12 に入射する。インテグレータ 12 では、軸外光が光軸となす角度の分布を一様にし、面内光強度分布を均一化する。そして、インテグレータ 12 を透過した光は、第 1 のコンデンサレンズ 13 に入射する。

【0029】照明光学系 3 において、第 1 のコンデンサレンズ 13 と第 2 のコンデンサレンズ 14 とは、互いに共役な位置に配設されており、テレセントリック光学系を構成している。そして、第 1 のコンデンサレンズ 13 及び第 2 のコンデンサレンズ 14 を透過して収束された光は、ライトバルブ 15 に入射する。

【0030】照明光学系 3 は、以上のように構成されており、赤色用照明光学系 3R、緑色用照明光学系 3B、青色用照明光学系 3G がそれぞれ、照明光学系 3 と略々同等な構成とされている。ただし、赤色用照明光学系 3R、緑色用照明光学系 3B、青色用照明光学系 3B においては、それぞれ、赤色、緑色、青色の各色をダイクロイックプリズム 2 に入射するように構成されている。具体的には、例えば、光源としての発光ダイオード 16 が、それぞれについて、赤色、緑色、青色の各色を発光するように構成されている。或いは、例えば、照明光学系 3 に各種フィルタを備え、発光ダイオード 16 から出射される光をフィルタを用いて、赤色、緑色、青色に波長変換するとしてもよい。

【0031】映像表示装置 1 においては、赤色用照明光学系 3R、緑色用照明光学系 3G、青色用照明光学系 3B にそれぞれライトバルブ 15 が備えられている。そして、各照明光学系 3 におけるライトバルブ 15 に照射された赤色、緑色、青色の光は、各ライトバルブ 15 によって空間的に変調され、それぞれダイクロイックプリズム 2 に入射する。ダイクロイックプリズム 2 に入射した赤色、緑色、青色の光は、ダイクロイックミラー 2 によって色合成され、プロジェクタレンズ 4 を介してスクリーンへ投影される。

【0032】以上のように構成された本発明に係る映像表示装置 1 は、複数の光源部 10 から出射した光を集光してライトバルブ 15 に入射していることから、必要に応じて光源部 10 の数を増やして光量の増大を図ること

が容易である。また、複数の光源部 10 からの光が照明系全体の光軸上で所定の焦点位置に集光され、この焦点位置にインテグレータ 12 が配設されていることにより、ライトバルブ 15 へ光を均一に照射することが可能であるとともに、光源部 10 からの出射光を効率的にライトバルブ 15 に入射することが可能となる。

【0033】なお、本発明に係る映像表示装置 1 において、光源部 10 における光源としては、発光ダイオード 16 の他に、レーザダイオードなどのような各種の半導体発光素子を用いてもよいし、メタルハライドランプ等の放電灯やハロゲンランプなどのような白色光ランプを用いてもよい。白色光ランプを光源として用いた場合には、各種フィルタを用いることにより、赤色、緑色、青色に波長変換し、これら各色の光をそれぞれダイクロイックプリズム 2 に照射すればよい。

【0034】また、各種フィルタを用いるとせずに、発光ダイオード 16 によって直接、赤色、緑色、青色の各色を発光とする場合において、赤色用の半導体発光素子としては、例えば、GaAlAs、GaAsP、AlGaPAs 等のような、GaP 系、GaAs 系、或いは AlAs 系化合物半導体を用いることができる。また、緑色用の半導体発光素子としては、例えば、InGaIn、AlInGaIn 等のような、GaIn 系、又は ZnSe 系化合物半導体を用いることができる。さらに、青色用の半導体発光素子としては、例えば、InGaIn、AlInGaIn 等のような、GaIn 系、ZnSe 系、或いは SiC 系化合物半導体を用いることができる。

【0035】また、本発明に係る映像表示装置 1 において、光源部 10 における光源としての発光ダイオード 16 には、図 3 に示すように、出射する光を一方方向に反射する反射鏡（リフレクタ）21 を備えるとしてもよい。これにより、発光ダイオード 16 から出射する光の利用効率が向上し、明るい映像を低出力で表示することが可能となる。なお、このように、光源に反射鏡 21 を備えることによって、十分な集光性を得ることができる場合には、結合レンズ 17 を備えずに光源部 10 を構成してもよい。

【0036】さらに、本発明に係る映像表示装置 1 においては、結合レンズ 17 の代わりに、光源から出射された光をそれぞれ集光する機能を有する各種の結合光学素子を用いてもよい。また、映像表示装置 1 において、コンデンサレンズを用いて光を屈折させているが、各コンデンサレンズの代わりに、回折作用を有するフレネルレンズを用いても同様の効果を得ることができる。

【0037】以下では、本発明に係る映像表示装置 1 について、発光ダイオード 16 と各レンズとの配設位置に関する望ましい幾何学的関係について説明する。

【0038】まず、発光ダイオード 16 からの出射光を均一にするとともに、ライトバルブ 15 への照射効率を上げるために好適な、発光ダイオード 16 と各レンズと

の幾何学的関係について、図4を参照しながら説明する。ここでは、ライトバルブ15の短辺方向について述べる。以下の説明中で用いる添字「1」はライトバルブ15の短辺方向を示し、添字「2」はライトバルブ15の長辺方向を示す。

【0039】発光ダイオード16の長さを r_1 、結合レンズ17の実効焦点距離を f_{LED} 、結合レンズ17の実効開口数を NA_{LED} とすると、発光ダイオード16の光

$$\theta_{LED1} = r_1 / (2f_{LED}) \quad \dots (式6)$$

【0043】結合レンズ17を透過した光の射出瞳直径 D_{LED1} は、以下に示す式7で表される。

$$D_{LED1} = 2NA_{LED} \times f_{LED} \quad \dots (式7)$$

【0045】以上に示す式6及び式7から、以下に示す式8を導くことができる。

$$D_{LED1} = NA_{LED} \times r_1 / \theta_{LED1} \quad \dots (式8)$$

【0047】また、第1及び第2のフライアイレンズ19、20の要素レンズの個数を N_1 、第1及び第2のフライアイレンズ19、20の実効焦点距離を f_{EYE} 、第1及び第2のフライアイレンズ19、20の実効開口数 NA_{EYE1}

$$D_{LED1} = 2N_1 \times f_{EYE} \times NA_{EYE1} \quad \dots (式9)$$

【0049】また、第1及び第2のコンデンサレンズ13、14の実効焦点距離を f_c 、ライトバルブ15へ照射される光が光軸となす角度の最大値を θ_{LV1} とすると、射出瞳直径 D_{LED1} は、以下に示す式10のように表される。

$$D_{LED1} = 2f_c \times \theta_{LV1} \quad \dots (式10)$$

【0051】ライトバルブ15の長さを L_{LV1} とする

$$NA_{EYE1} = L_{LV1} \times \theta_{LV1} / D_{LED1} \quad \dots (式12)$$

【0055】また、以上に示す式8及び式12から、以下に示す式13を導くことができる。

$$NA_{EYE1} = \theta_{LED1} \times L_{LV1} \times \theta_{LV1} / (NA_{LED} \times r_1) \quad \dots (式13)$$

【0057】さらに、以上に示す式13から、以下に示す式14を導くことができる。

$$\theta_{LED1} / NA_{EYE1} = r_1 / L_{LV1} \times NA_{LED} / \theta_{LV1} \quad \dots (式14)$$

【0059】ここで、ライトバルブ15への照射条件を考えるに際し、第2のフライアイレンズ20が重要となる。図5に示すように、第1のフライアイレンズ19の要素レンズ19aを透過した光のうち、対応する第2のフライアイレンズ20の要素レンズ20aに入射した光は、ライトバルブ15に照射される。しかし、第1のフライアイレンズ19の要素レンズ19aを透過した光のうち、隣の第2のフライアイレンズ20の要素レンズ20bに入射した光は、ライトバルブ15に照射されない。

【0060】軸外光の傾き θ_{LED1} と第1及び第2のフライアイレンズ19、20の実効開口数 NA_{EYE1} との比と、ライトバルブ15への照射効率との関係を図6に示す。

* 結合効率 η_{LED} は、以下に示す式5で表される。

$$\eta_{LED} = NA_{LED2} \quad \dots (式5)$$

【0041】軸外光が光軸となす角度の最大値 θ_{LED1} は、以下に示す式6で表される。

【0042】

【数6】

【数7】

★【0046】

【数8】

☆を NA_{EYE1} とすると、射出瞳直径 D_{LED1} は、以下に示す式9のように表される。

【0048】

【数9】

◆と、以下の式11となる。

【0052】

【数11】

$$2f_c \times NA_{EYE1} = L_{LV1} \quad \dots (式11)$$

【0053】ここで、以上に示す式10及び式11から、以下に示す式12を導くことができる。

【0054】

【数12】

*【0056】

【数13】

※【0058】

【数14】

【0061】したがって、ライトバルブ15への照射条件は、以下に示す式15となる。

【0062】

40 【数15】

$$\theta_{LED1} / NA_{EYE1} \leq 1 \quad \dots (式15)$$

【0063】 $\theta_{LED1} / NA_{EYE1} \leq 1$ のときは、発光ダイオード16から出射されたすべての光がライトバルブ15に照射されるが、 $\theta_{LED1} / NA_{EYE1} > 1$ のときは、発光ダイオード16から出射された光のうち、ライトバルブ15の外に照射される光が存在し、光の照射効率が低下してしまう。

【0064】ここで、以上に示す式14及び式15から、以下に示す式16を導くことができる。

50 【0065】

【数16】

$$r_1 \leq L_{LV1} \times \theta_{LV1} / NA_{LED} \cdots (式16)$$

【0066】以上のようにして導かれた式16は、物体の大きさと像の大きさとの関係を示すラグランジェーヘルムホルツの式に帰着する。

【0067】なお、以上の説明においては、ライトバルブ15の短辺方向について説明したが、上述した関係は、ライトバルブ15の長辺方向についても同様に成り*

$$r_2 \leq L_{LV2} \times \theta_{LV2} / NA_{LED} \cdots (式17)$$

【0069】以上の説明より、発光ダイオード16から出射された光を効率よくライトバルブ15へ照射させるためには、各発光ダイオード16の発光領域の総面積Sが、 $(L_{LV1} \times \theta_{LV1} / NA_{LED}) \times (L_{LV2} \times \theta_{LV2} / NA_{LED})$ 以下であることが望ましい。

【0070】一般的に、ライトバルブ15への照射光が光軸となす最大角 θ_{LV1} 及び θ_{LV2} は、例えば透過型ライトバルブでは、液晶のコントラストやプロジェクタレンズの画角等から短辺方向、長辺方向とも同様に制限される。また、反射型ライトバルブでも、 θ_{LV1} 及び θ_{LV2} は、偏光プリズムの入射角依存性等から、ライトバルブ15の短辺方向、長辺方向とも同様に制限される。そのため、 $\theta_{LV1} = \theta_{LV2}$ となる場合が多い。また、通常、実効開口数 NA_{LED} はライトバルブ15の長辺方向、短辺方向どちらでも同じなので、 r_1 と r_2 の比は L_{LV1} と L_{LV2} の比に一致する。

【0071】したがって、光源ユニット11における複数の発光ダイオード16からなる発光領域は、ライトバルブ15の相似形であることが好ましい。これにより、各発光ダイオード16からの光を無駄なくライトバルブ15に入射させることができ、各発光ダイオード16からの光の利用効率を向上させることができる。

【0072】なお、映像表示装置1においては、光源ユニット11における発光領域の他に、インテグレート12における第1及び第2のフライアイレンズ19、20の各要素レンズもライトバルブ15の相似形であることが好ましい。これにより、発光ダイオード16からの光の利用効率をさらに向上させることができる。

【0073】ここで、上述したライトバルブ15における短辺方向の長さ L_{LV1} 及び長辺方向の長さ L_{LV2} は、実際に映像が表示される表示部分、すなわち照明すべき表示部分の短辺方向、長辺方向の長さとする事ができる。しかし、実際には収差のために不均一な照明が生じやすいため、ライトバルブ15の周縁部に、光が照射されない部分が生じる虞がある。また、製造時の位置合わせや領域の大きさのマーヅン等を考慮すると、光が照射される照射領域は、表示部分よりも若干大きく設定されることが望ましい。

【0074】このため、映像表示装置1では、表示部分の短辺方向の長さが、ライトバルブ15の短辺方向の長さ L_{LV1} 以下であり、表示部分長辺方向の長さが、ライ

*立つ。したがって、ライトバルブ15への光の照射効率を高めるためには、長辺方向についても以下に示す式17を満足することが好ましい。

【0068】

【数17】

トバルブ15の長辺方向の長さ L_{LV2} 以下であることが望ましい。

【0075】照射領域は、表示部分よりも若干大きく設定することで、光が照射されないおそれのある周縁部に実際に映像を表示することがなく、表示部分の全面に亘って照射効率を上げることができる。具体的には、収差や製造時のマーヅン等を考慮して、ライトバルブ15の短辺方向の長さ L_{LV1} 及び長辺方向の長さ L_{LV2} が、表示部分の短辺方向、長辺方向の長さよりもそれぞれ5%~10%程度大きくするようにすることが望ましい。あるいは、位置合わせのマーヅンを考慮して、ライトバルブ15の短辺方向の長さ L_{LV1} 及び長辺方向の長さ L_{LV2} が、ライトバルブ15のデバイスの外形と等しくするか、外形の短辺方向、長辺方向の長さよりもそれぞれ5%~10%程度大きくするようにしてもよい。

【0076】発光ダイオード4の発光領域は、例えば短辺方向の長さが r_1 、長辺方向の長さが r_2 の略矩形である。また、発光ダイオード4の発光領域が、ライトバルブ10の相似形であることが好ましい。発光ダイオード4の発光領域がライトバルブ10の相似形であると、ライトバルブ10に照射される光に無駄がなく、光の照射効率をより高めることができる。

【0077】つぎに、以下では、光源ユニット11における光源部10とコンデンサレンズ18との幾何学的関係について説明する。

【0078】光源ユニット11におけるコンデンサレンズ18では、入射する光線の角度が同じであれば、各光線の結像位置が略々同じ位置となる。具体的には、例えば、図7(a)に示すように、光軸に対して平行(角度0)な光線がコンデンサレンズ18に入射した場合に、入射した光線は、光軸上でコンデンサレンズ18から距離Lだけ離れた焦点位置に結像する。また、図7(b)に示すように、光軸に対して角度 θ で光線がコンデンサレンズ18に入射した場合であっても、入射した光線は、光軸から垂直方向に距離Yだけ離れた位置に結像する。このときの距離Yは、焦点距離Lと入射角 θ との積となる関係がある。

【0079】このため、図7(c)に示すように、コンデンサレンズ18の入射側に多数の発光ダイオード16を平面状に配設した場合に、各発光ダイオード16からの光コンデンサレンズ18に入射する位置が異なって

も、焦点位置における光束がひとつに重なる。したがって、映像表示装置1においては、光源ユニット11に複数の発光ダイオード16及び結像レンズ17を平面状に配設し、コンデンサレンズ18の焦点位置にインテグレータ12を配設することにより、上述で図4を用いた説明が成立する。

【0080】ここで、図8に示すように、コンデンサレンズ18の焦点距離をLとし、照明系全体の光軸から各光源部10までの距離をHとした場合について考察する。

【0081】図8に示すように、光軸から距離Hの位置にある光源部10からの光線は、コンデンサレンズ18により集光されて、所定の角度でインテグレータ12に入射する。このとき、インテグレータ12に入射する角度が大きすぎると、上述したように、例えば、第1のフライアイレンズ19の要素レンズ19aに入射した光線を、この要素レンズ19aと対をなす第2のフライアイレンズ20の要素レンズ20aに入射させることができなくなってしまう。したがって、インテグレータ12の機能が低下し、ライトバルブ15に照射する光量が低下してしまう。

【0082】インテグレータ12においては、第1のフライアイレンズ19の要素レンズ19aに入射した光が、この要素レンズ19aと対をなす第2のフライアイレンズ20の要素レンズ20aの隣の要素レンズ20bに入射してしまうような、入射光の限界角度が15°程度とされている。したがって、映像表示装置1においては、以下に示す式18を満足することが望ましい。

【0083】

【数18】

$$|H/L| < 0.27 \quad \dots (式18)$$

【0084】すなわち、インテグレータ12に入射する光線の角度範囲 $|H/L|$ の値が、 $\tan 15^\circ$ 、すなわち0.27未満であることが望ましい。これにより、ライトバルブ15に照射する光量が低下してしまうことがなく、発光ダイオード16からの光の利用効率を向上させることができる。

【0085】ところで、以上の説明においては、光源ユニット11にコンデンサレンズ18を備え、複数の光源部10を平面状に配設するとしたが、本発明はこのような形態に限定されるものではない。例えば、図9に示すように、光源ユニット11にコンデンサレンズ18を備えたとせず、光源ユニット11の焦点位置を中心とする半球上に複数の光源部10を配設し、この焦点位置にインテグレータ12を配設することにより、各光源部10からの光がインテグレータ12に入射する構成としてもよい。

【0086】このとき、図10に示すように、複数の光源部10を配設する半球の半径、すなわち、各光源部10から焦点位置までの距離をLとし、照明系全体の光軸

から各光源部10までの距離をHとすれば、図8を用いた上述の説明と同様にして、以上で示した式18を満足することが望ましい。

【0087】また、上述の説明において、映像表示装置1は、赤色用照明光学系3R、緑色用照明光学系3G、青色用照明光学系3Bの各照明光学系3にそれぞれライトバルブ15を備えるとしたが、本発明は、このような形態に限定されるものではない。例えば、ダイクロイックプリズム2により色合成された光を単板のライトバルブ15に入射させる構成としてもよい。

【0088】この場合には、図11に示すように、立方体形状のダイクロイックプリズム2と、このダイクロイックプリズム2の一つの面2Gに対向するように配設された緑色用光源ユニット11Gと、ダイクロイックプリズム2における面2Gと直交する他の面2Rに対向するように配設された赤色用光源ユニット11Rと、ダイクロイックプリズム2における面2Rと平行な他の面2Bに対向するように配設された青色用光源ユニット11Bとを備えている。ここで、赤色用光源ユニット11R、緑色用光源ユニット11G、青色用光源ユニット11Bは、それぞれ、上述した光源ユニット11に相当し、それぞれ、赤色、緑色、青色の光をダイクロイックプリズム2に入射する。

【0089】また、ダイクロイックプリズム2における面2Gと平行な面に対向するように配設されたインテグレータ12と、第1及び第2のコンデンサレンズ13、14と、ライトバルブ15と、プロジェクタレンズ4とを備えている。

【0090】図11に示す映像表示装置1では、各光源ユニット11R、11G、11Bから出射された赤色、青色、緑色の光は、それぞれダイクロイックプリズム2に入射する。ダイクロイックプリズム2に入射した赤色、青色、緑色の光は、ダイクロイックプリズム2によって色合成される。色合成された光は、インテグレータ12と、第1及び第2のコンデンサレンズ13、14とを介してライトバルブ15に照射される。ライトバルブ15に照射された光は、ライトバルブ15によって空間的に変調される。空間的に変調された光は、ライトバルブ15を透過し、プロジェクタレンズ4を介してスクリーンへ投影される。

【0091】本発明に係る映像表示装置1は、以上のように構成することによっても、複数の光源部10から出射した光を集光してライトバルブ15に入射していることから、必要に応じて光源部10の数を増やして光量の増大を図ることが容易である。また、複数の光源部10からの光が照明系全体の光軸上で所定の焦点位置に集光され、この焦点位置にインテグレータ12が配設されていることにより、ライトバルブ15へ光を均一に照射することが可能であるとともに、光源部10からの出射光を効率的にライトバルブ15に入射することが可能とな

る。

【0092】また、本発明は、偏光変換を行う映像表示装置についても適用することが可能である。

【0093】このように偏光変換を行う映像表示装置としては、例えば、上述した映像表示装置1において、光源ユニット11とインテグレート12との間、インテグレート12における第1のフライアイレンズ19と第2のフライアイレンズ20との間、又はインテグレート12とライトバルブ15との間のうちの少なくともいずれかの位置に、例えば図12に示すような偏光変換素子50を備えたとすればよい。

【0094】偏光変換素子50は、図12に示すように、例えば、偏光ビームスプリッタ50aと、2分の1偏光板50bとにより構成することができる。偏光変換素子50に入射した光は、まず、偏光ビームスプリッタ50aに入射する。偏光ビームスプリッタ50aに入射した光のうち、偏光方向が入射面に対して垂直なS偏光は、偏光ビームスプリッタ50aの反射面によって反射されて、2分の1偏光板に入射する。2分の1偏光板50bに入射した光は、2分の1偏光板50bによって、その偏光面を回転させられる。一方、偏光ビームスプリッタ50aに入射した光のうち、偏光方向が入射面に対して平行なP偏光は、偏光ビームスプリッタ50aを透過して直進する。

【0095】映像表示装置1は、以上のような偏光変換素子50を備えることにより偏光変換を行うと、光は2つに分離されるので、見かけ上2倍の発光ダイオード16を用いたことになる。このため、上述したようにして偏光変換を行う場合には、光源ユニット11における発光ダイオード16の発光領域の総面積が、 $(L_{LV1} \times \theta_{LV1} / NA_{LE0}) \times (L_{LV2} \times \theta_{LV2} / NA_{LE0})$ の1/2以下であることが望ましい。

【0096】映像表示装置1においては、偏光変換を行うことにより、光源ユニット11における発光領域の総面積を半分にすることができるので、装置の小型化が可能となるばかりでなく、半分の電力で同じ輝度が得られるので、低消費電力の装置を構成することが可能となる。

【0097】また、上述の説明においては、ライトバルブ15として、透過型ライトバルブを想定しているが、本発明は、このような構成に限定されるものではなく、反射型ライトバルブを用いた構成としてもよい。

【0098】透過型ライトバルブとしては、例えば、STN (Super Twisted Nematic) 液晶表示素子、強誘電性液晶表示素子、高分子分散型液晶表示素子などを用いることができる。また、液晶を単純マトリックス駆動する素子や、アクティブマトリックス駆動する素子を用いることができる。

【0099】また、反射型ライトバルブとしては、例えば、ガラス基板上やシリコン基板上に駆動電極又は駆動

用アクティブ素子を設けて、TN (Twisted Nematic) モードの液晶、強誘電性液晶、高分子分散型液晶などを駆動する反射型液晶表示素子を用いることができる。また、光導電膜を介して光を照射することで液晶に電圧を印加する反射型液晶表示素子を用いることができる。さらに、電界によって形状や状態が変化する構造を設けたグレーティングライトバルブ等の反射型表示素子を用いることができる。

【0100】

10 【発明の効果】以上で説明したように、本発明に係る映像表示装置は、複数の光源部から出射した光を集光してライトバルブに入射していることから、必要に応じて光源部の数を増やして光量の増大を図ることが容易である。また、複数の光源部からの光が照明系全体の光軸上で所定の焦点位置に集光され、この焦点位置にインテグレートが配設されていることにより、ライトバルブへ光を均一に照射することが可能であるとともに、光源からの出射光を効率的にライトバルブに入射することが可能となる。また、複数種の白色光ランプ又は色純度の良好な半導体発光素子を複数用いて、3原色の光量比をバランスよく得るとともに、輝度調整を高精度に図ることが可能となる。したがって、高輝度で色再現性に優れた高性能の映像表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る映像表示装置の一構成例を示す概略図である。

【図2】同映像表示装置に配設される照明光学系の一構成例を示す概略図である。

30 【図3】同映像表示装置に配設される発光ダイオードの一構成例を示す概略図である。

【図4】同映像表示装置の光学系の幾何学的関係を説明する図である。

【図5】同映像表示装置におけるライトバルブへの照明条件を説明する図である。

【図6】同映像表示装置において、 $\theta_{LE01} / NA_{LEV1}$ と、ライトバルブへの光の照射効率との関係を説明する図である。

【図7】同映像表示装置における光源ユニットに配設されるコンデンサレンズの焦点位置を説明する図であり、(a)は光軸に平行な光が入射される場合を示し、(b)は光軸に対して斜めに光が入射される場合を示し、(c)は複数の光源部とコンデンサレンズとの位置関係を示す図である。

【図8】同映像表示装置にコンデンサレンズを備える場合における、光源部とインテグレートとの位置関係を示す図である。

【図9】同映像表示装置において、コンデンサレンズを備えずに、光源部を半球上に配設した場合を説明する概略図である。

50 【図10】同映像表示装置にコンデンサレンズを備えな

17

い場合における、光源部とインテグレータとの位置関係を示す図である。

【図11】本発明に係る映像表示装置の別の構成例を示す概略図である。

【図12】本発明に係る映像表示装置に備えられる偏光変換素子の構成例を示す概略図である。

【図13】従来の投射型映像表示装置を示す概略図である。

*

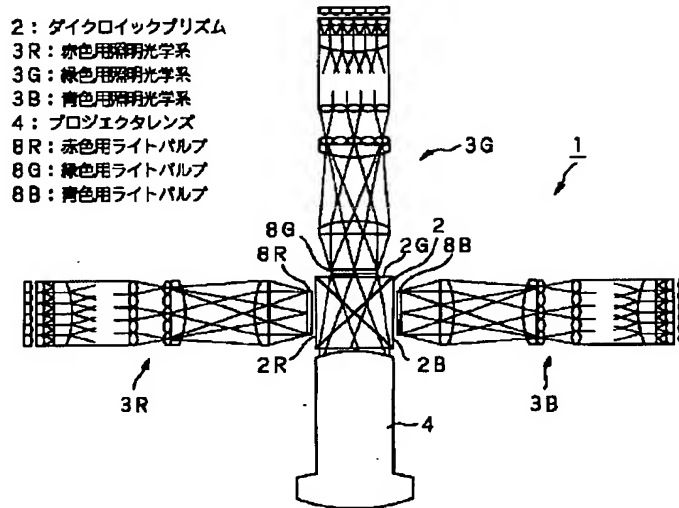
18

*【図14】従来の各種映像表示装置における色再現範囲を示す図である。

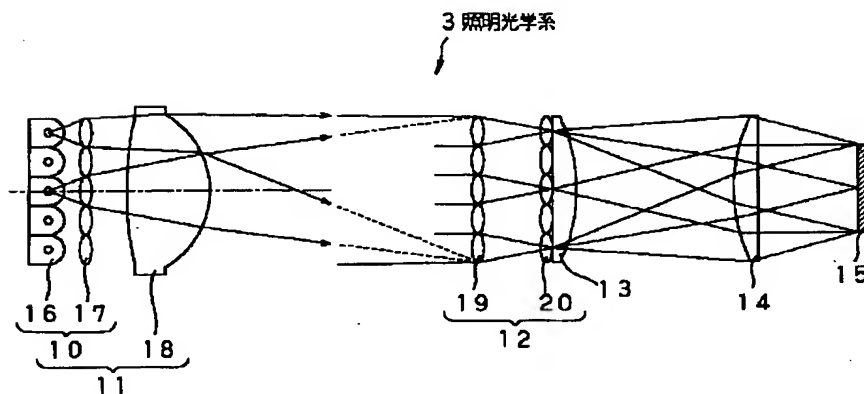
【符号の説明】

1 映像表示装置、2 ダイクロイックプリズム、3 照明光学系、4 プロジェクタレンズ、10 光源部、11 光源ユニット、12 インテグレータ、15 ライトバルブ、16 発光ダイオード、17 結合レンズ、18 コンデンサレンズ

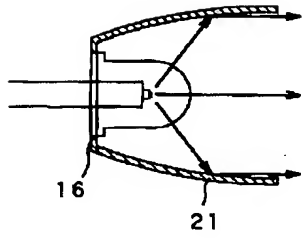
【図1】



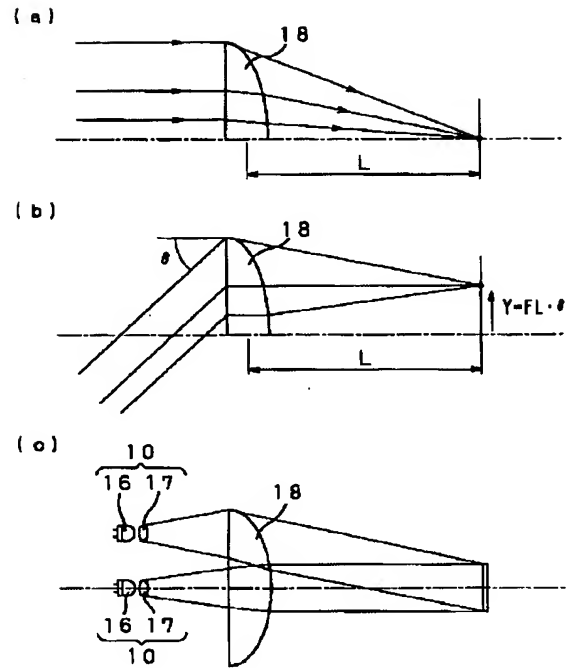
【図2】



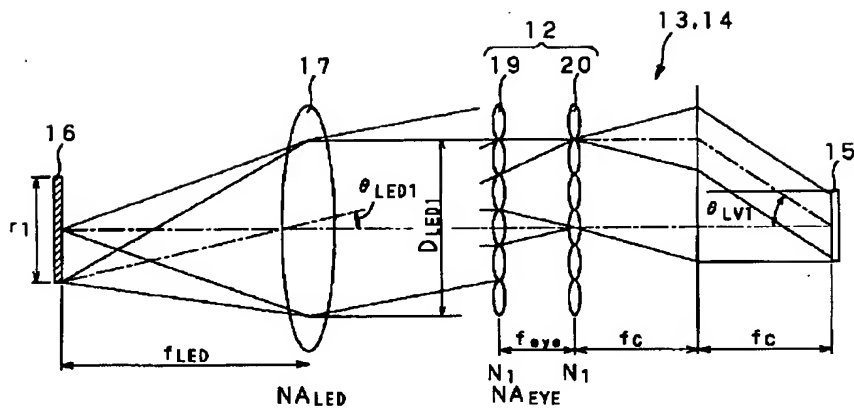
【図3】



【図7】

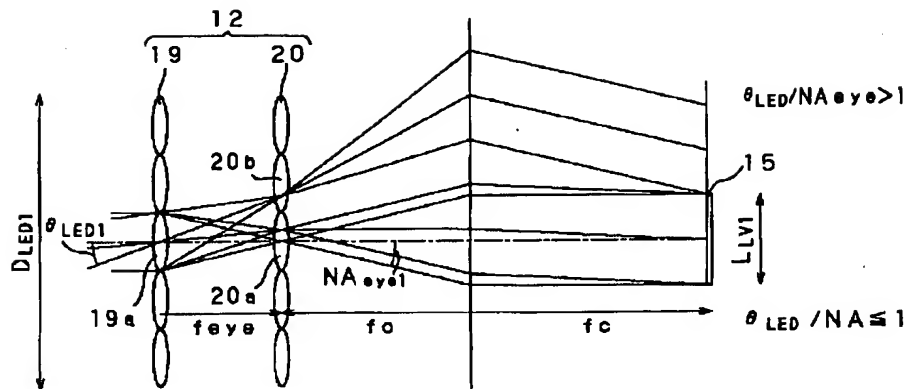


【図4】



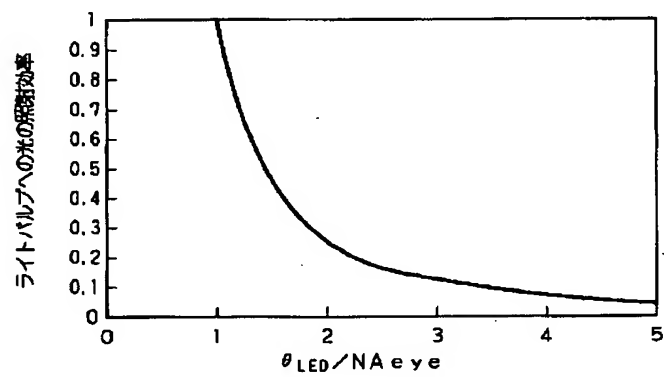
本発明の映像表示装置の光学系の幾何学的関係を説明する図

【図5】

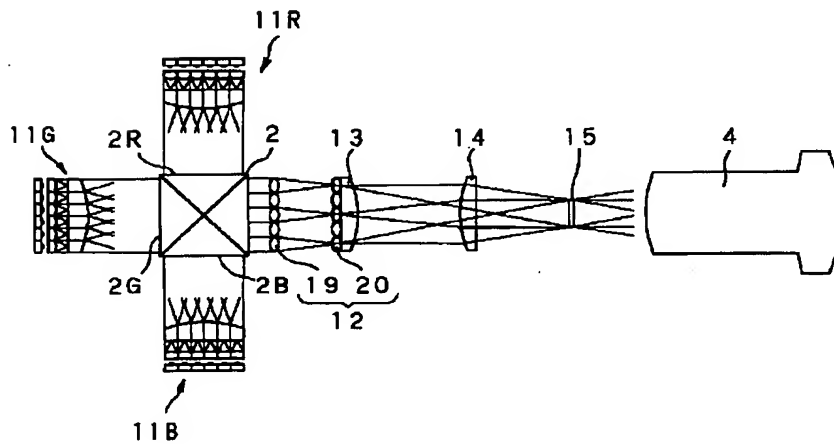


ライトバルブへの照明条件を説明する図

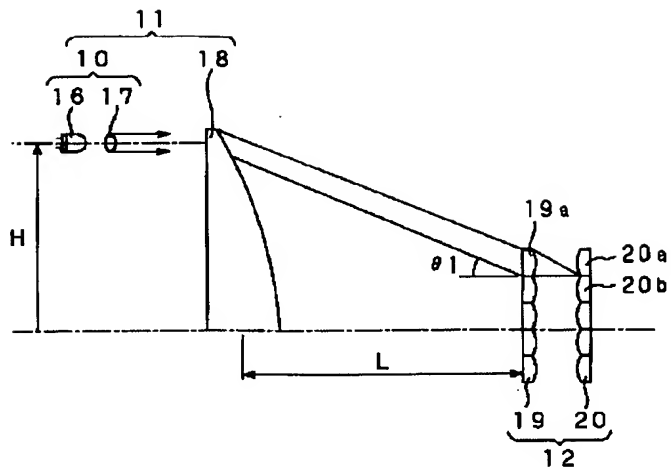
【図6】

 θ_{LED} と NA_{eye} との比と、ライトバルブへの光の照射効率

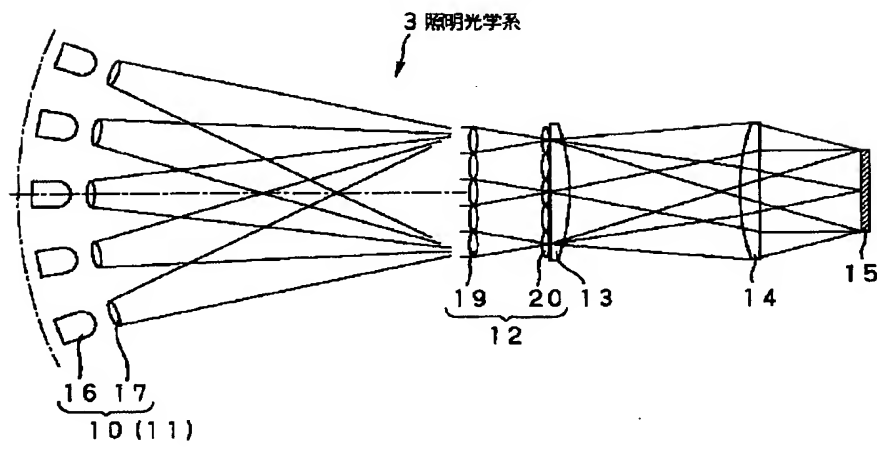
【図11】



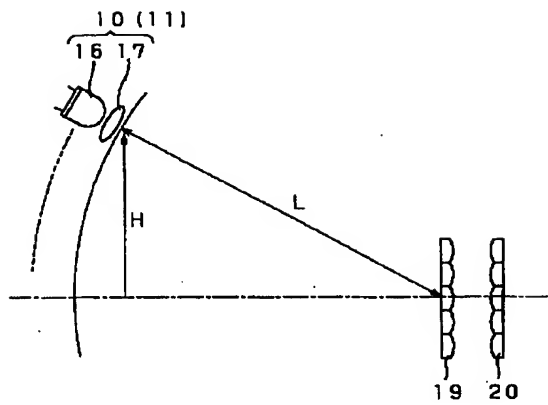
【図8】



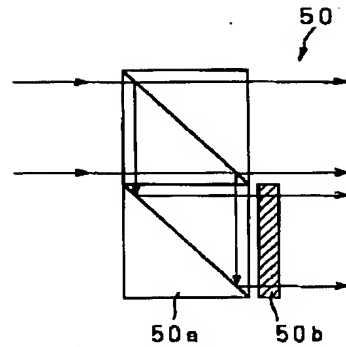
【図9】



【図10】



【図12】

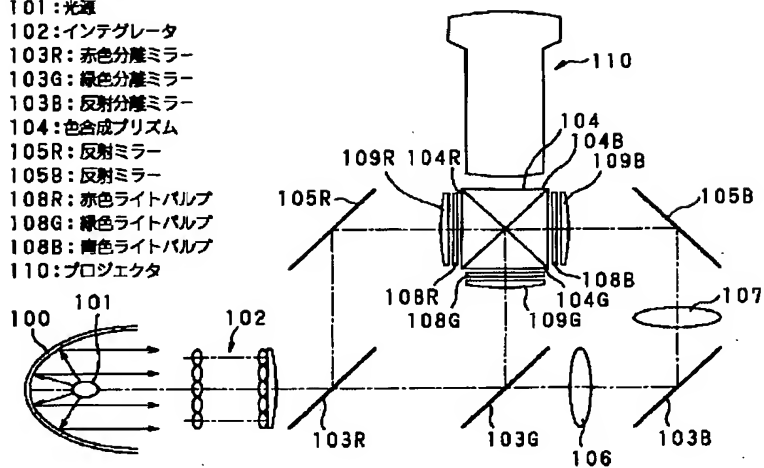


50a: 偏光ビームスプリッタ
50b: 2分の1偏光板

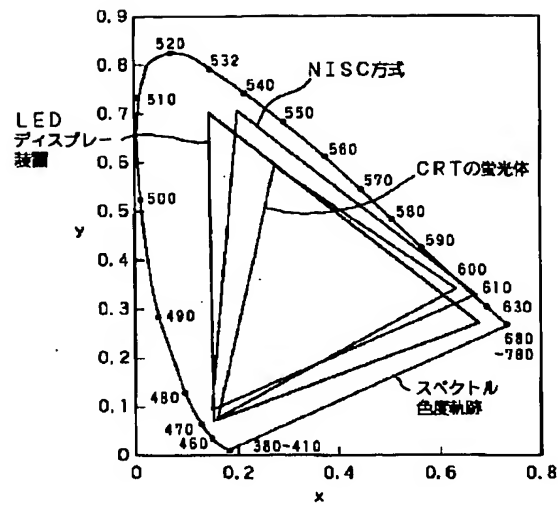
偏光変換素子の一構成例

【図13】

100: 反射板
101: 光源
102: インテグレータ
103R: 赤色分離ミラー
103G: 緑色分離ミラー
103B: 反射分離ミラー
104: 色合成プリズム
105R: 反射ミラー
105B: 反射ミラー
108R: 赤色ライトバルブ
108G: 緑色ライトバルブ
108B: 青色ライトバルブ
110: プロジェクタ



【図14】



各種映像表示装置の色再現範囲

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 S 5/40		H 0 1 S 5/40	5 F 0 7 3
H 0 4 N 9/31		H 0 4 N 9/31	C 5 G 4 3 5
// G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5
1/13357		1/1335	5 3 0

F ターム(参考) 2H088 EA14 EA15 HA13 HA28 MA04
 MA05
 2H091 FA05X FA14Z FA23Z FA26X
 FA26Z FA29Z FA41Z FA45Z
 FD24 LA15 LA18 MA07
 2H099 AA11 BA09 CA02 CA08 DA05
 5C060 BB13 BC05 DA03 DA10 GA01
 GA02 GB06 HC00 HC22 HD02
 HD05 HD07 JA11 JB06
 5F041 AA05 CA33 CA34 CA35 CA36
 CA37 CA38 CA40 CA43 EE11
 EE25 FF16
 5F073 AB02 AB27 BA09 CA05 CA07
 CA16 CA17 CA22 CA24
 5G435 AA04 BB04 BB12 BB17 CC09
 CC12 DD06 DD13 GG02 GG03
 GG04 GG09 GG12 GG26 GG27